

BEST AVAILABLE COPY PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-009996
(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.Cl.

G02B 13/24
G02B 27/18
G02F 1/13
G02F 1/1335

(21)Application number : 10-175774
(22)Date of filing : 23.06.1998

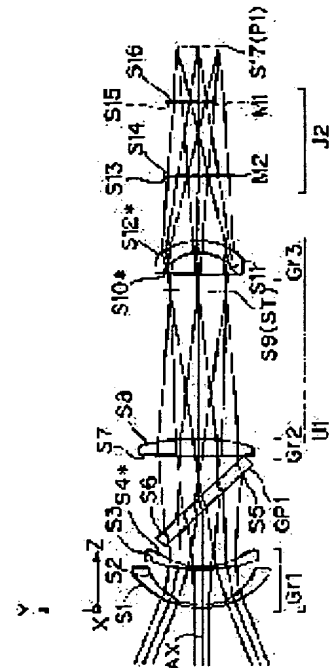
(71)Applicant : MINOLTA CO LTD
(72)Inventor : KONNO KENJI
HAYASHI KOTARO

(54) PROJECTION OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact projection optical system in which a good image formation performance is obtained even though color synthesis is conducted by mirrors.

SOLUTION: The system is provided with color synthesis mirrors M1 and M2, which conduct color synthesis to generate the picture displayed on a display panel, and projection lenses Gr1 to Gr3 which project the picture that is color synthesized by the mirrors M1 and M2 and projected on a screen. Moreover, a glass flat plate GP1, which is tilted and provided with an eccentricity to the direction of the twisted relation against the mirrors M1 and M2, is arranged between the first group Gr1 and the second group Gr2 as the compensation member that compensates for astigmatic difference.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.03.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

THE BANK

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-9996

(P2000-9996A)

(43)公開日 平成12年1月14日(2000.1.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード(参考)
G 0 2 B 13/24		G 0 2 B 13/24	2 H 0 8 7
27/18		27/18	Z 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
1/1335	5 3 0	1/1335	5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-175774

(22)出願日 平成10年6月23日(1998.6.23)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 金野 賢治

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 林 宏太郎

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

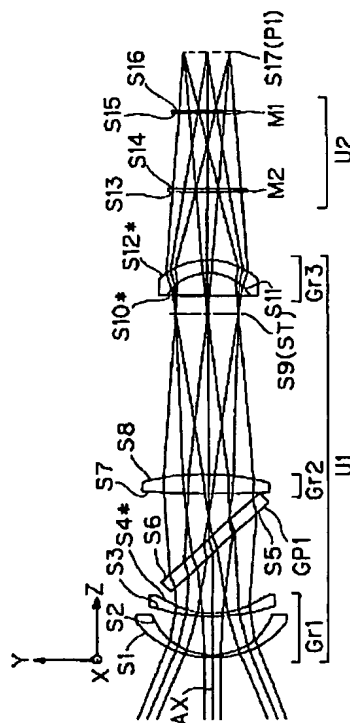
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投影光学系

(57)【要約】

【課題】 色合成をミラーで行っても良好な結像性能が得られる、コンパクトな投影光学系を提供する。

【解決手段】 表示パネル(P1~P3)に表示される画像を色合成する色合成ミラー(M1,M2)と、ミラー(M1,M2)で色合成された画像をスクリーン上に投影する投影レンズ(Gr1~Gr3)と、を設ける。第1群(Gr1)と第2群(Gr2)との間に、ミラー(M1,M2)に対してねじれの関係の方向に傾き偏心したガラス平板(GP1)を、非点隔差を補正する補正部材として配置した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の表示パネルのそれぞれに対して傾いて配置され、各表示パネルからの特定の波長域の光を反射させるとともに別の波長域の光を透過させることにより前記表示パネルの表示画像を色合成する色合成ミラーと、その色合成ミラーで色合成された画像をスクリーン上に投影する投影レンズと、を備えた投影光学系であって、

前記投影レンズが、非点隔差を補正する補正部材と、その補正部材の色合成ミラー側に配置された少なくとも1枚のレンズ部材と、を有することを特徴とする投影光学系。

【請求項2】 前記色合成ミラーが、2枚の透明基板の間にダイクロイック面を有する少なくとも1枚のダイクロイックミラーから成ることを特徴とする請求項1記載の投影光学系。

【請求項3】 前記補正部材がガラス平板から成り、前記補正部材の法線と前記投影レンズの光軸とを含む平面と、前記色合成ミラーの法線と前記投影レンズの光軸とを含む平面と、が直交するように、前記補正部材が傾き偏心していることを特徴とする請求項1記載の投影光学系。

【請求項4】 さらに、前記表示パネルの色合成ミラー側直前に、偏心したコンデンサーレンズを有することを特徴とする請求項1記載の投影光学系。

【請求項5】 前記コンデンサーレンズが前記色合成ミラーの傾き方向に対してほぼ垂直方向に偏心しており、その光軸が前記表示パネルの表示領域外に位置することを特徴とする請求項4記載の投影光学系。

【請求項6】 前記補正部材がシリンダーレンズであることを特徴とする請求項1記載の投影光学系。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、投影光学系に関するものであり、更に詳しくは、多板方式の投影装置(例えば液晶プロジェクター)に用いられる投影光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 最近の液晶プロジェクターの多くには、透過型、反射型を問わず多板方式が採用されている。そして色合成には、色合成用の薄膜を有するプリズム(つまりダイクロイックプリズム)が用いられることが多い。透過型表示パネルを有する投影装置において色合成をプリズムで行う例としては、特開昭63-116123号公報で提案されている表示装置が挙げられる。この装置では、光源から出た光が2枚のダイクロイックミラーで3つの色成分に分解され、各色成分に対応する液晶ライトバルブをそれぞれ通過する。そして、色合成用のクロスダイクロイックプリズムを通過した後、投影光学系に入射する。

【0003】 また、反射型表示パネルを有する投影装置において色合成をプリズムで行う例としては、特開平3-249639号公報で提案されている液晶プロジェクターが挙げられる。この装置では、光源から出た光が偏光ビームスプリッタで反射されて、クロスダイクロイックプリズムで3つの色成分に分解される。そして、各色成分に対応する表示パネルでそれぞれ変調・反射された後、再びクロスダイクロイックプリズム、偏光ビームスプリッタを通過して投影光学系に入射する。

【0004】 一方、色合成にプリズムを用いない投影装置も知られている。例えば特開平3-78738号公報では、透過型表示パネルを有し、かつ、色合成をミラーで行う投影装置が提案されている。この装置では、光源から出た光が2枚のダイクロイックミラーで3つの色成分に分解され、各色成分に対応する透過型表示パネルをそれぞれ通過する。そして、透過型表示パネルで変調された各色光は、2枚の色合成用のダイクロイックミラーで順次反射又は透過を行った後、投影光学系に入射する。

【0005】 特開平8-334727号公報では、反射型表示パネルを有し、かつ、色合成をミラーで行う投影装置が提案されている。この装置も特開平3-78738号公報で提案されているものと同様、2枚の色合成用のダイクロイックミラーで順次反射又は透過を行う構成となっている。ただし、ダイクロイックミラーへの入射角度が45度以下になっており、更に各ダイクロイックミラーに向かう光軸が互いに略直角をなすように構成されている(つまり表示パネルに対する入射光路と反射光路を含む平面が互いに直交する位置関係にある。)。米国特許第5,231,431号明細書においても、特開平3-78738号公報で提案されているものと同様、透過型表示パネルを有し、かつ、色合成をミラーで行う投影装置が提案されている。ただし、表示パネルと投影レンズとの間に、非点隔差を補正するシリンダー型ミラーが配置されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 一般に色合成用のプリズムは体積が大きいため、その製造には大きなガラスブロックが必要とされる。また、貼り合わせに非常に高い精度が要求される。したがって、特開昭63-116123号公報や特開平3-249639号公報で提案されているように色合成のためにクロスダイクロイックプリズムを用いると、コストが高くなってしまう。

【0007】 また、特開平3-78738号公報で提案されているようにプリズムを用いずにミラーで色合成を行うと、光軸に対して傾いたガラス平板を光線が通過する場合と同様、ダイクロイックミラーを透過する光線に非点隔差が発生してしまう。その非点隔差の影響で投影像が劣化することになる。特開平8-334727号公報で提案されているように、入射光路と反射光路を含む平面が互いに直交するように2つの表示パネルを配置して、各ダイクロイックミラーで発生する非点隔差が互いに打ち消し合

うようにすれば、非点隔差の補正は可能である。しかし、表示パネルの配置が複雑になるため、その保持・調整が困難になる。さらに、投影装置が上下方向に大型化するという問題も生じてしまう。また、米国特許第5,231,431号明細書に開示されているように表示パネルと投影レンズとの間に非点隔差補正用の部材を配置した場合には、その分だけレンズバックが必要となるので、良好な光学性能を維持するのが困難になる。

【0008】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであって、色合成をミラーで行っても良好な結像性能が得られる、コンパクトな投影光学系を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明の投影光学系は、複数の表示パネルのそれぞれに対して傾いて配置され、各表示パネルからの特定の波長域の光を反射させるとともに別の波長域の光を透過させることにより前記表示パネルの表示画像を色合成する色合成ミラーと、その色合成ミラーで色合成された画像をスクリーン上に投影する投影レンズと、を備えた投影光学系であって、前記投影レンズが、非点隔差を補正する補正部材と、その補正部材の色合成ミラー側に配置された少なくとも1枚のレンズ部材と、を有することを特徴とする。

【0010】第2の発明の投影光学系は、上記第1の発明の構成において、前記色合成ミラーが、2枚の透明基板の間にダイクロイック面を有する少なくとも1枚のダイクロイックミラーから成ることを特徴とする。

【0011】第3の発明の投影光学系は、上記第1の発明の構成において、前記補正部材がガラス平板から成り、前記補正部材の法線と前記投影レンズの光軸とを含む平面と、前記色合成ミラーの法線と前記投影レンズの光軸とを含む平面と、が直交するように、前記補正部材が傾き偏心していることを特徴とする。

【0012】第4の発明の投影光学系は、上記第1の発明の構成において、さらに、前記表示パネルの色合成ミラー側直前に、偏心したコンデンサーレンズを有することを特徴とする。

【0013】第5の発明の投影光学系は、上記第4の発明の構成において、前記コンデンサーレンズが前記色合成ミラーの傾き方向に対してほぼ垂直方向に偏心しており、その光軸が前記表示パネルの表示領域外に位置することを特徴とする。

【0014】第6の発明の投影光学系は、上記第1の発明の構成において、前記補正部材がシリンダーレンズであることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した投影光学系を、図面を参照しつつ説明する。なお、図中のX、Y、Zは互いに直交する方向を示しており、第1群(Gr

1)の光軸(AX)に沿った方向をZ方向としている。また、実施の形態相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

【0016】《第1の実施の形態(図1、図2)》図1に第1の実施の形態のY-Z断面を示し、図2に斜視図を示す。図1に示すように、第1の実施の形態の投影光学系は、投影レンズ(U1)と色合成ミラー(U2)とで構成されている。そして、この投影光学系の拡大側(図1の左側)には不図示の投影用スクリーンが位置しており、投影光学系の縮小側には3つの表示パネル(P1~P3、図2)が位置している。表示パネル(P1~P3)は透過型又は反射型の液晶表示パネルであり、表示パネル(P1~P3)の画像が投影レンズ(U1)で拡大されて結像する位置に上記スクリーンが配置されている。

【0017】色合成ミラー(U2)は、3枚の表示パネル(P1~P3、図2)に表示される画像を色合成する2枚の色合成ミラー(M1,M2)から成っている。色合成ミラー(M1,M2)は、厚み・材質共等しい2枚の透明なガラス平板(平行平面ガラス板)を張り合わせて成るダイクロイックミラーであって、その2枚の透明基板間の接合面に、ダイクロイックコートにより形成されたダイクロイック面を有している。そのダイクロイック面は特定の波長域の光を反射させるとともに別の波長域の光を透過させるため、各表示パネル(P1~P3)からの光線は、ダイクロイック面を順次反射・透過することにより色合成される。色合成ミラー(M1,M2)を透過する光線も、色合成ミラー(M1,M2)で反射される光線も、共にガラス平板2枚分を通過することになるので、色合成ミラー(M1,M2)での反射光線と透過光線とは光学的には全く等価となる。

【0018】図2から分かるように、色合成ミラー(M1,M2)は各表示パネル(P1~P3)に対して傾いて配置されていると同時に、共にY方向にほぼ平行な軸を中心として互いに逆方向に傾いている。つまり、色合成ミラー(M1)と色合成ミラー(M2)とは、光軸(AX)に対する傾き偏心の中心となる軸が同方向であるとともに、傾き偏心の回転方向が逆方向になっている。傾き偏心の中心となる軸が同方向であれば、3つの表示パネル(P1~P3)に向かう光軸(AX)はすべて同一平面上(X-Z平面上)に位置することになるので、3つの表示パネル(P1~P3)はすべて同一平面上(X-Z平面上)又はその近辺に位置することになる。表示パネル(P1~P3)がこのように配置されているため、照明光学系を配置するのは容易である。

【0019】表示パネル(P1)から出た光が色合成ミラー(M1)を透過し、表示パネル(P2)から出た光が色合成ミラー(M1)で反射されることにより、表示パネル(P1)の画像と表示パネル(P2)の画像とが色合成される。その色合成後の光は、色合成ミラー(M2)を透過する際に、表示パネル(P3)から出て色合成ミラー(M2)で反射された光と、更に色合成される。ただし、表示パネル(P3)から出た光は、色合成ミラー(M2)に入射する前にダミーガラス(GP

2)を通過する。このダミーガラス(GP2)は、色合成ミラー(M1)と同様、Y方向にほぼ平行な軸を中心として傾いている(図2)。そして、各色合成ミラー(M1,M2)を構成しているガラス平板と同じ材質で、その2枚分の厚み{つまり各色合成ミラー(M1,M2)の厚み}を有している。したがって、3つの表示パネル(P1~P3)から出た3つの光は、光学的には全く同じ光路を通過して色合成されることになる。

【0020】図1に示すように、色合成ミラー(U2)を通過した光線は投影レンズ(U1)に入射する。投影レンズ(U1)は、色合成ミラー(U2)で色合成された画像をスクリーン上に投影する光学系であって、拡大側(スクリーン側)から順に、負の第1群(Gr1)と、ガラス平板(GP1)と、正の第2群(Gr2)と、絞り(ST)と、正の第3群(Gr3)と、から成っている。ガラス平板(GP1)は、非点隔差を補正する補正部材であって、色合成ミラー(U2)に対してねじれの関係の方向に傾き偏心している。つまり、ガラス平板(GP1)は、X方向にほぼ平行な軸を中心として傾くことにより、ガラス平板(GP1)の法線と投影レンズ(U1)の光軸(AX)とを含むY-Z平面と、色合成ミラー(M1,M2)の法線と投影レンズ(U1)の光軸(AX)とを含むX-Z平面と、が直交するように傾き偏心している。

【0021】一般に斜めに傾いたガラス平板を光が通過すると、S(sagittal)像とM(meridional)像の焦点位置が、ガラス平板の厚みと傾きに依りてずれてしまう。第1の実施の形態では、表示パネル(P1~P3)を出た光が投影レンズ(U1)に入射するまでに、2枚の傾いたガラス平板{つまり色合成ミラー(M1,M2)}を通過するので、S像とM像の焦点位置は大きくずれてしまう。このようにして発生する非点隔差を補正するのが、投影レンズ(U1)内に傾けて配置されたガラス平板(GP1)である。具体的には、色合成ミラー(M1,M2)がY方向にほぼ平行な軸を中心として傾けて配置されているのに対し、ガラス平板(GP1)はX方向にほぼ平行な軸を中心として傾けて配置されている。このように傾き偏心の中心となる軸の方向が異なっているため、ガラス平板(GP1)の厚みを最適化すれば、S像の焦点位置とM像の焦点位置とを同じにすることができるのである。なお、ガラス平板(GP1)はレンズ群間に配置される構成となっているため、レンズバックを新たに確保する必要はない。したがって、良好な光学性能が維持される。

【0022】色合成ミラー(M1,M2)の傾き偏心の中心となる軸の方向と、ガラス平板(GP1)の傾き偏心の中心となる軸の方向と、は直交していること(言い換えれば、傾きの中心となる軸が90°ずれていること)が望ましい。互いに直交した方向の軸を中心として傾いた2枚のガラス平板を光が通過するように構成すれば、軸上光線と軸外光線の両方でS像とM像の焦点位置を揃えることができるからである。逆に傾きの中心となる軸の方向が直交していないと、その効果を得ることは困難であるが、軸

方向が直交するような前記ねじれの関係に近ければ、同様の補正効果を得ることは可能である。

【0023】《第2の実施の形態(図3, 図4)》図3に第2の実施の形態のY-Z断面を示し、図4に斜視図を示す。第2の実施の形態の特徴は、表示パネル(P1~P3)の色合成ミラー(U2)側直前に、偏心したコンデンサーレンズ(CL1~CL3)を設けた点にある。表示パネル(P1~P3)の直前にコンデンサーレンズ(CL1~CL3)を用いると、表示パネル(P1~P3)に対する照明が軸上と軸外とでほぼ同じ角度になる。したがって、入射角度により透過率やコントラストが異なる液晶ライトバルブ等を表示パネルに用いた場合でも、表示パネル(P1~P3)の中心と周辺とで照明光の入射角度の変化が小さくなるので、照明ムラやコントラストの面で有利になる。

【0024】またコンデンサーレンズ(CL1~CL3)は、Y方向{色合成ミラー(M1,M2)の傾き方向に対してほぼ垂直方向}に対してほぼ平行に大きく偏心している。一般に像面付近のレンズを平行偏心させると、レンズのパワーと偏心量に応じてS像とM像の焦点位置がずれてしまう。第2の実施の形態ではこれを利用している。つまり第2の実施の形態によれば、色合成ミラー(M1,M2)で発生する非点隔差を、偏心したコンデンサーレンズ(CL1~CL3)とガラス平板(GP1)とによって、より効果的に補正することができるのである。偏心したコンデンサーレンズ(CL1~CL3)の偏心量は、そのレンズ半径の半分以上であること、つまりコンデンサーレンズ(CL1~CL3)の光軸が表示パネル(P1~P3)の表示領域外に出るように配置することが望ましい。このようにすれば、1枚のレンズを2等分して用いることができるので、コスト的に有利となる。

【0025】《第3の実施の形態(図5)》図5に第3の実施の形態のY-Z断面を示す。第3の実施の形態の特徴は、第1群(Gr1)と第2群(Gr2)との間に、補正部材としてシリンドーレンズ(CY)を設けた点にある。このシリンドーレンズ(CY)は、一方の面が平面になっており、他方の面にシリンドー曲率を有している。一般に光がシリンドーレンズを透過すると、シリンドー曲率をもつ方向の像点だけが移動する(第3の実施の形態ではY-Z断面において像点が移動する)。したがって、曲率のある方向をM方向又はS方向に合わせると、S像とM像の焦点位置をずらすことができる。第3の実施の形態ではこれを利用している。つまり第3の実施の形態によれば、色合成ミラー(M1,M2)で発生する非点隔差を、シリンドーレンズ(CY)によって補正することができるのである。

【0026】色合成ミラー(M1,M2)の傾き方向とシリンドーレンズ(CY)の曲率の方向とは、平行又は直交していることが望ましい。例えば、第3の実施の形態においてはY-Z断面で曲率のある凸レンズが用いられているが、これの代わりにX-Z断面で曲率のある凹レンズを

用いてもよい。また第3の実施の形態のように、シリンダーレンズ(CY)を投影レンズ(U1)中(つまりレンズ群間)に配置することが望ましい。投影レンズ(U1)と表示パネル(P1~P3)との間にシリンダーレンズ(CY)を配置すると、その分だけ余分にレンズバックが必要となり、良好な光学性能を維持するのが困難になるからである。また、投影レンズ(U1)と表示パネル(P1~P3)との間に配置したときのシリンダー曲率半径は非常に大きく作製が難しいが、レンズ群間に配置すると作製しやすいシリンダー曲率半径にすることができる。なお、投影光学系中のもともと空間的に余裕がある場所にシリンダーレンズ(CY)を配置しても、光学性能を劣化させることなく非点隔差を良好に補正することができる。

【0027】《第2の実施の形態の照明方法(図6~図8)》図6に、第2の実施の形態の照明構成を示す。ここでは簡単のために、色合成ミラー(U2)を色分解にも兼用するものとする。そして、2枚の色合成ミラー(M1,M2)を透過して表示パネル(P1)に入射する色成分の光に関して説明する。

【0028】まず、光源(LS)を出た光は、回転楕円面のリフレクタ(RE)で反射される。光源(LS)を出てリフレクタ(RE)で反射された光が第2焦点位置で収差なく結像するようにするため、光源(LS)を回転楕円面の第1焦点位置に配置することが望ましい。また、リフレクタ(RE)の開口は第2レンズアレイ(AR2)の開口よりも大きいので、図6に示すように集光作用をもつ回転楕円面のリフレクタ(RE)を用いるのが望ましい。その集光作用によりリフレクタ(RE)を出た光は絞られるため、遠くに離れて位置する素子ほど小さくすることができる。したがって、材料費を削減してコストを下げるのが可能である。

【0029】リフレクタ(RE)で反射された光は、偏光分離ブロック(PB)に入射する。偏光分離ブロック(PB)は、偏光分離ミラー面(RS)とミラー面(RP)とを有しており、この2つの面(RS,RP)が異なる角度で光を反射させるように配置されている。無偏光状態の光が偏光分離ブロック(PB)に入射すると、まず偏光分離ミラー面(RS)でS偏光のみが反射されP偏光は透過する。透過したP偏光はミラー面(RP)で反射され、再び偏光分離ミラー面(RS)を透過して偏光分離ブロック(PB)外へ射出する。したがって、偏光分離ブロック(PB)に入射した無偏光光線は、S偏光とP偏光とが角度差をもって射出することになる。

【0030】偏光分離ブロック(PB)外へ射出した光は、第1レンズアレイ(AR1)を透過した後、第2レンズアレイ(AR2)を透過する。第1レンズアレイ(AR1)は、表示パネル(P1)と相似形状をした四角形のレンズがアレイ状に配置された構成を有している。そしてこの第1レンズアレイ(AR1)には、光源(LS)を複数の面光源として分割し、後に重ね合わせることで表示パネル(P1)の照明ムラを小さくする働きがある。このため、第1レンズアレイ

(AR1)の焦点距離は、リフレクタ(RE)から出た光が第2レンズアレイ(AR2)位置で結像するように設定されており、一方、第2レンズアレイ(AR2)の焦点距離は、第1レンズアレイ(AR1)で分割された光源像が表示パネル(P1)上で重ね合わされるように設定されている。

【0031】第1レンズアレイ(AR1)にはP偏光とS偏光が異なる角度で入射するので、第2レンズアレイ(AR2)上には、P偏光の像とS偏光の像が形成される。第2レンズアレイ(AR2)の前側(又は後ろ)には、P偏光、S偏光のいずれか一方の光路中に二分の一波長板(不図示)が配置されている。この二分の一波長板によって、光源(LS)から出た光線の偏光方向が揃えられる。

【0032】また第2レンズアレイ(AR2)は、投影光学系の絞り(ST)と共役な位置に配置されている。このような配置にすることにより、光源(LS)からの光を無駄なく表示パネル(P1)の照明に用いることができる。また、照明のためにリレーレンズ等の光学系を設ける必要がないので、少ない部品点数で照明光学系を構成することができる。したがって、コスト的にも好ましい配置といえる。

【0033】第2レンズアレイ(AR2)を出た光は、色合成ミラー(U2)で各色成分に分解される。そして、色分割された光のうちの一つ{色合成ミラー(U2)を透過した光}が、コンデンサーレンズ(CL1)を通して表示パネル(P1)に到達する。表示パネル(P1)は反射型液晶素子であり、ここで変調された光のみが表示パネル(P1)から射出される。表示パネル(P1)から射出された光は、コンデンサーレンズ(CL1)を通過し、色合成ミラー(U2)で色合成された後、投影レンズ(U1)でスクリーン上に画像投影される。

【0034】図6から分かるように、第2レンズアレイ(AR2)はY方向に沿って絞り(ST)のすぐ上に位置している。第2レンズアレイ(AR2)の位置が絞り(ST)に近ければ近いほど、色合成ミラー(M1,M2)のサイズを小さくすることができるので、図6に示すように第2レンズアレイ(AR2)を絞り(ST)の近くに配置するのが望ましい。また、表示パネル(P1)が長方形をなしている場合には、第2レンズアレイ(AR2)の位置を絞り(ST)に近づけるために、表示パネル(P1)での光路の折り返し方向と表示パネル(P1)の短辺方向とを同じ方向にすることが望ましい。

【0035】また、投影光学系の絞り(ST)の形状を円から楕円に変えて、表示パネル(P1)での光路の折り返し方向と楕円の短軸方向とを一致させることが望ましい。このように楕円絞りを用いることにより、第2レンズアレイ(AR2)の位置を絞り(ST)に近づけることができる。図7に、楕円絞りを用いて第2レンズアレイ(AR2)位置を絞り(ST)に近づけた場合のY-Z断面構成を示す。また図8に、楕円絞りの形状を示す。なお、この投影光学系の光学構成では、Y方向のFナンバーは5.0であるが、X方向のFナンバーは2.5である。

【0036】ところで、図6から分かるように、色合成ミラー(M1,M2)には光源(LS)から表示パネル(P1)に向かう照明光と表示パネル(P1)から投影光学系に向かう投影光との両方が透過する{なお、表示パネル(P2,P3)については反射する}。そしてこれら2つの光は、傾き偏心の方向が異なる2枚の色合成ミラー(M1,M2)に対する入射角度に関して、大きな角度差をもっている。照明光として偏光を使用すると、色合成ミラー(M1,M2)における偏光軸が入射角度の大きな光に関して大きく傾くため、透過(又は反射)する光線の波長によって偏光方向が変化したり楕円偏光が発生したりする。表示パネル(P1)に液晶表示素子を用いた場合、偏光方向が変化した分や楕円偏光分の偏光成分が、液晶表示素子に用いられている偏光板によって遮断されてしまうため、十分な照明効率を得られないという問題や画像の色むらが発生するという問題が生じる。照明光路中に偏光変換ブロック(PB)等を入れないで、無偏光状態のまま照明を行えば、偏光面が揃えられていない分の効率は低下するが、偏光軸を持たないので上記問題を解決することは可能である。

【0037】《第3の実施の形態の照明方法(図9)》図9に、第3の実施の形態の照明構成を示す。ここでは透過型の表示パネル(P1~P3)を使用しているため、それに関連する構成が前述した第2の実施の形態の照明構成とは異なっている。光源(LS)；リフレクタ(RE)；偏光分離ブロック(PB)；第1、第2レンズアレイ(AR1,AR2)を通過した光は、ダイクロイックミラー(m1,m2)で各色成分に分解され、反射ミラー(R1~R3)で光路を折り曲げられた後、コンデンサーレンズ(C1~C3)で集光されて、各表示パネル(P1~P3)に到達する。各表示パネル(P1~P3)の直前に配置されているコンデンサーレンズ(C1~C3)は、照明光が無駄なく投影光学系に導かれるように作用する。また、表示パネル(P3)に向かう光だけ光路が異なる

$$X = (C \cdot Y^2) / \{1 + \sqrt{1 - \varepsilon \cdot C^2 \cdot Y^2}\} + (A \cdot Y^4 + B \cdot Y^6 + C \cdot Y^8 + D \cdot Y^{10} + E \cdot Y^{12}) \dots (AS)$$

ただし、式(AS)中、

X：光軸(AX)方向の基準面からの変位量、

Y：光軸(AX)に対して垂直な方向の高さ、

C：近軸曲率、

ε ：2次曲面パラメータ、

A,B,C,D,E：非球面係数、

である。

【0041】また、#印が付された面Siは、第1面(S1)を基準とする偏心ブロックの先頭面である。表1~表3に、各実施例の偏心ブロックデータ{第1面(S1)基準}を

《実施例1》

[表示パネルの大きさ]=35×21(mm)

FN0=3.5

[面] [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

S0(OB) r0= ∞

d0=845.000

S1 r1= 42.803

ので、その光路中にリレーレンズ(RL)を配置することにより、表示パネル(P3)が適正に照明されるようにしている。

【0038】透過型の表示パネル(P1~P3)を使用した場合、照明から投影まで同一平面上で行うことができる。したがって、投影光学系の色合成ミラー(M1,M2)のサイズを小さくし、かつ、レンズバックを短くするためには、色合成ミラー(M1,M2)での光路の折り返し方向を、表示パネル(P1~P3)の短辺方向に合わせることが望ましい。

【0039】

【実施例】以下、本発明を実施した投影光学系の構成を、コンストラクションデータを挙げて更に具体的に説明する。ここで例として挙げる実施例1~3は、前述した第1~第3の実施の形態にそれぞれ対応しており、第1~第3の実施の形態を表す光学構成図(図1、図3、図5)は、対応する実施例1~3の光学構成をそれぞれ示している。各実施例の投影光学系のコンストラクションデータにおいて、ri(i=0,1,2,3,...)は拡大側(すなわちスクリーン側)から数えてi番目の面Si{OB：物体面(スクリーン面)、IM：像面}の曲率半径、di(i=0,1,2,3,...)は拡大側から数えてi番目の軸上面間隔(ここでは偏心前状態について示す。)を示しており、Ni(i=1,2,3,...), ν i(i=1,2,3,...)は拡大側から数えてi番目の光学要素のd線に対する屈折率(Nd)、アッペ数(ν d)を示している。なお、表示パネル(P1~P3)の大きさとFナンバー(FN0)を併せて示す。

【0040】*印が付された面Siは、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義されるものとする。各非球面の非球面データを他のデータと併せて示す。

示す。各表中の(X, Y, Z)は各偏心ブロックの先頭面の頂点座標を示しており、その原点となる座標(X, Y, Z)=(0,0,0)は第1面(S1)の面頂点である。また、X回転は各偏心ブロックの先頭面の頂点を通るX軸(X方向に平行な軸)を回転の中心軸とした傾き偏心量(°)を示しており、Y回転は各偏心ブロックの先頭面の頂点を通るY軸(Y方向に平行な軸)を回転の中心軸とした傾き偏心量(°)を示している。

【0042】

d1= 1.400 N1=1.8500 ν 1=40.04
 S2 r2= 28.930
 d2= 19.289
 S3 r3= 82.277
 d3= 1.400 N2=1.8500 ν 2=40.04
 S4* r4= 33.300
 d4= -----
 S5# r5= ∞
 d5= 6.326 N3=1.5168 ν 3=65.26
 S6 r6= ∞
 d6= -----
 S7# r7= 550.461
 d7= 9.702 N4=1.60711 ν 4=34.01
 S8 r8=-103.841
 d8= 80.619
 S9(ST) r9= ∞
 d9= -----
 S10*# r10=868.469
 d10=10.962 N5=1.49028 ν 5=70.03
 S11 r11=-20.987
 d11= 6.590 N6=1.84015 ν 6=23.66
 S12* r12=-31.465
 d12=-----
 S13# r13= ∞
 d13= 2.000 N7=1.5168 ν 7=65.26
 S14 r14= ∞
 d14=-----
 S15# r15= ∞
 d15= 2.000 N8=1.5168 ν 8=65.26
 S16 r16= ∞
 d16=-----
 S17#(IM) r17= ∞

【0043】[第4面(r4)の非球面データ]

ε = -6.003380

A = 0.176779×10^{-4}

B = -0.301695×10^{-7}

C = 0.315837×10^{-10}

D = $-0.179970 \times 10^{-13}$

【0044】[第10面(r10)の非球面データ]

ε = 1.0

A = -0.510900×10^{-5}

B = 0.809378×10^{-8}

C = $-0.799855 \times 10^{-10}$

D = 0.249787×10^{-12}

E = $-0.385309 \times 10^{-15}$

【0045】[第12面(r12)の非球面データ]

ε = 1.0

A = -0.117624×10^{-5}

B = 0.306988×10^{-8}

C = $-0.218337 \times 10^{-10}$

D = 0.468098×10^{-13}

E = $-0.482617 \times 10^{-16}$

【0046】

【表1】

<実施例1の偏心ブロックデータ(第1面(S1)基準)>

面	X	Y	Z	X回転	Y回転
S5	0	0	52.0887	45	0
S7	-0.0034	2.99481	82.298	-0.5329	0.0109
S10	-0.0136	1.5671	182.54	-0.644	0.0194
S13	-0.0314	0.97645	235.089	-0.644	45.0194
S15	-0.0449	0.52688	275.086	-0.644	-44.981
S17	-0.0555	0.17737	306.181	0.0939	0.011

【0047】

《実施例2》

$B = 0.164845 \times 10^{-8}$
 $C = -0.196774 \times 10^{-10}$
 $D = 0.505318 \times 10^{-13}$
 $E = -0.754412 \times 10^{-16}$

【0052】

【0051】

【表2】

<実施例2の偏心ブロックデータ{第1面(S1)基準}>

面	X	Y	Z	X回転	Y回転
S5	0	0	50.4514	45	0
S7	0.05246	1.49641	75.3374	-0.4876	0.1186
S10	0.0378	0.67825	168.081	-0.7266	0.0955
S13	-0.0487	0.01996	217.985	-0.7271	45.0955
S15	-0.1154	-0.4873	257.981	-0.7261	-44.905
S17	-1.0648	12.2316	288.496	-0.4876	0.1186
S19	-0.1852	-1.0190	299.900	-3.9636	-0.2632

《実施例3》

[表示パネルの大きさ]=35×21(mm)

FNO=3.5

[面] [曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

S0(OB) r0= ∞

d0=845.000

S1 r1= 42.787

d1= 1.100 N1=1.8500 ν1=40.04

S2 r2= 29.468

d2= 18.177

S3 r3= 216.282

d3= 6.690 N2=1.72679 ν2=52.55

S4* r4= 35.696

d4= 29.796

S5 r5(Y方向)=1385.724

r5(X方向)=∞

d5= 5.187 N3=1.5168 ν3=65.26

S6 r6= ∞

d6= 1.365

S7 r7= 300.184

d7= 13.000 N4=1.6924 ν4=27.01

S8 r8= -97.340

d8= 77.470

S9(ST) r9= ∞

d9= 13.122

S10 r10=171.741

d10= 8.193 N5=1.4932 ν5=69.61

S11 r11=-20.675

d11=10.684 N6=1.7985 ν6=22.60

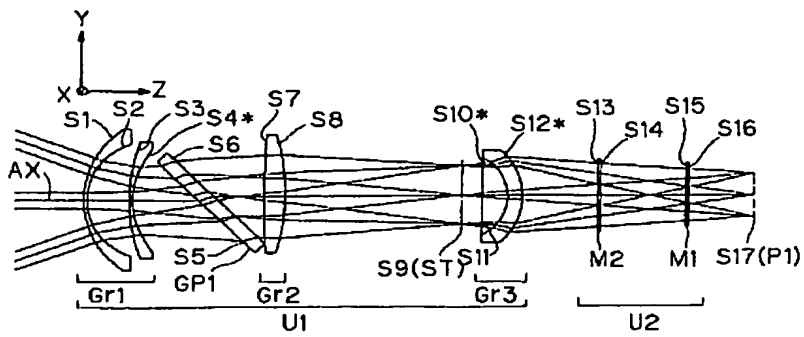
S12* r12=-32.614

d12=-----

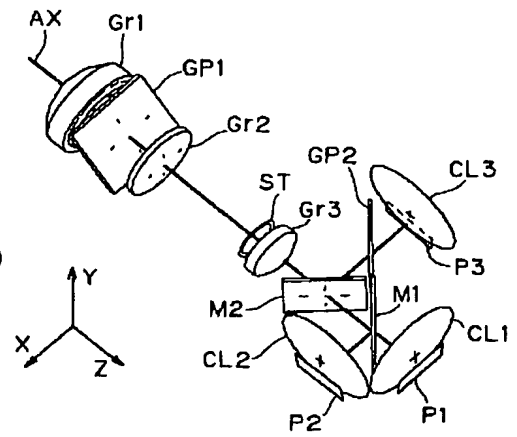
S13# r13= ∞

d13= 2.000 N7=1.5168 ν7=65.26

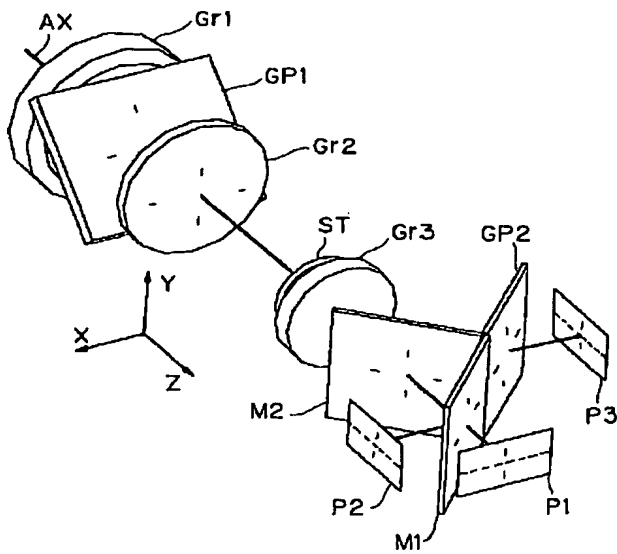
【図1】



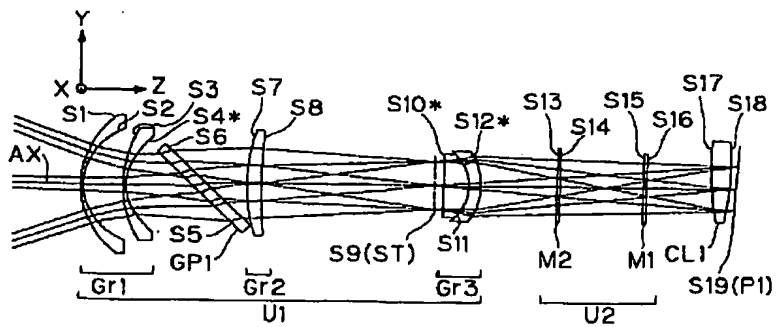
【図4】



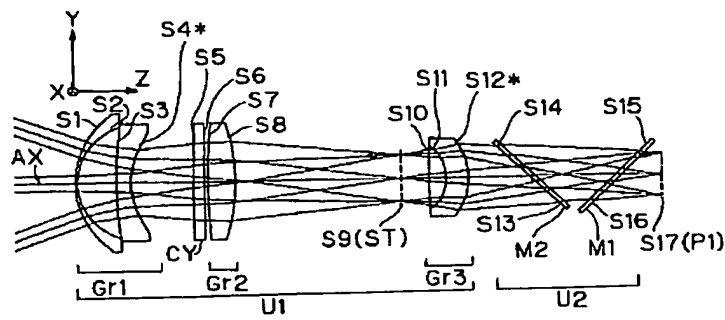
【図2】



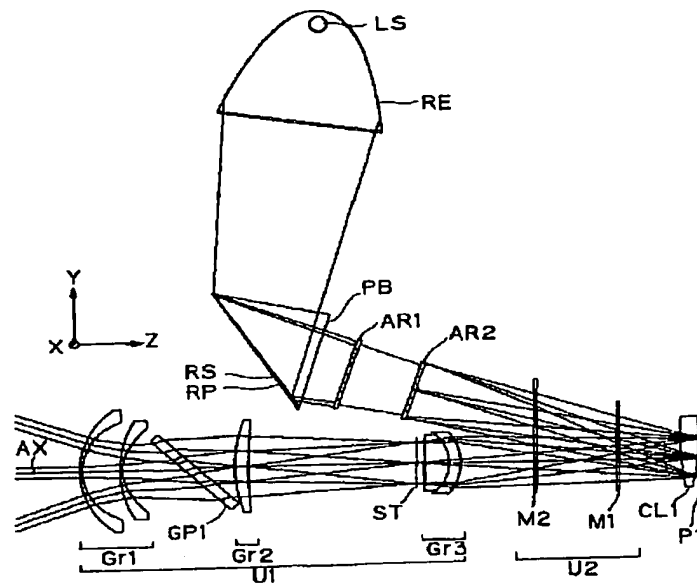
【図3】



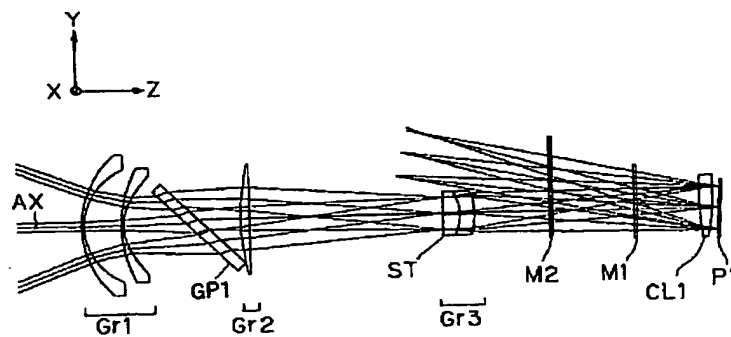
【図5】



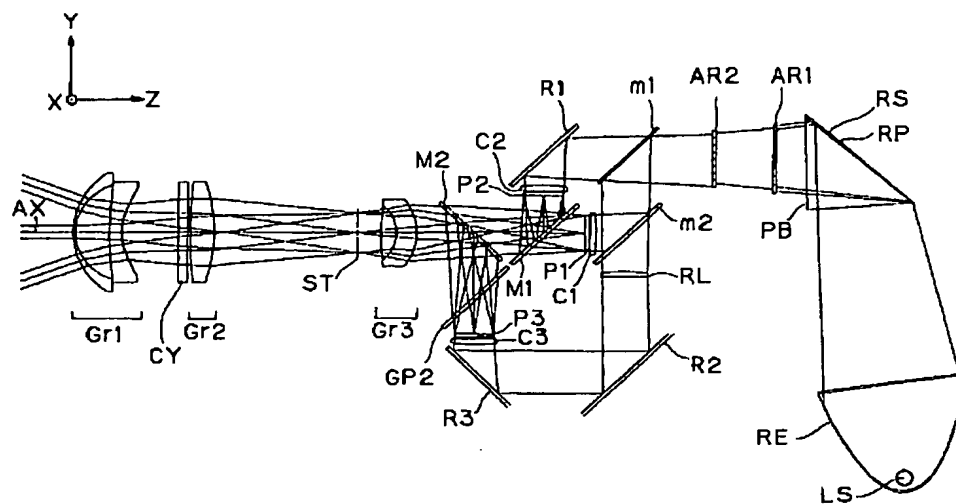
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA06 LA01 LA27 PA01 PA03
 PA17 PA18 PB02 PB03 QA02
 QA06 QA07 QA17 QA22 QA25
 QA32 QA34 QA42 QA46 RA05
 RA12 RA13 RA48
 2H088 EA14 EA15 EA19 EA20 FA18
 FA24 HA13 HA21 HA28 MA16
 2H091 FA10Z FA14Z FB07 FD07
 FD11 LA11 LA12 LA16 LA30
 MA07

THIS PAGE BLANK (CPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK